



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 23 037 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**F 02 D 17/04**  
F 02 N 11/04

⑳ Aktenzeichen: 101 23 037.0  
㉔ Anmeldetag: 11. 5. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 14. 11. 2002

DE 101 23 037 A 1

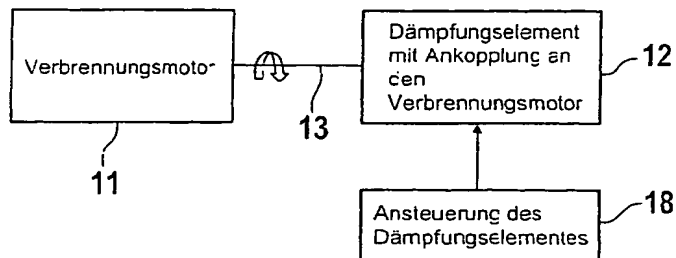
㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Grob, Ferdinand, 74354 Besigheim, DE; Baeuerle,  
Michael, 71706 Markgröningen, DE; Ries-Mueller,  
Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE; Hanel, Stephan,  
71254 Ditzingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉓ Vorrichtung und Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine

㉔ Es werden Vorrichtungen bzw. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine angegeben, bei denen die Brennkraftmaschine mit Hilfe von Dämpfungsmitteln, beispielsweise einer elektrischen Maschine, insbesondere eines Startergenerators nach dem Ausschalten der Brennkraftmaschine so betrieben wird, dass die beim Auslaufen üblicherweise auftretenden Drehzahlschwankungen verhindert oder minimiert werden. Dazu werden die Dämpfungsmittel, beispielsweise die elektrische Maschine mit Hilfe einer Antriebsstrangsteuerung oder eines Reglers so geregelt, dass sie ein bremsendes oder antreibendes Drehmoment auf die Brennkraftmaschine aufbringt, wobei der Verlauf so anpaßbar ist, dass die Brennkraftmaschine ruhig ausläuft und gegebenenfalls in einer Vorzugsposition zum Stillstand kommt. Für spezielle Systeme mit Schwungrad, Riementrieb oder variabler Ventilsteuerung werden diese Komponenten bei der Momentenkompensation mitberücksichtigt.



DE 101 23 037 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und/oder ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

## Stand der Technik

[0002] Beim Abstellen einer Brennkraftmaschine bzw. eines Motors kann es zu ungewollten Drehzahlschwingungen kommen, die auch unter dem Begriff "Abstellschütteln" bekannt sind. Diese Drehzahlschwingungen treten auf, wenn die Verbrennungsvorgänge in den Zylindern der Brennkraftmaschine beendet werden und ein unruhiges Auslaufen bewirken.

[0003] "Abstellschütteln" tritt sowohl bei Benzinmotoren als auch bei Dieselmotoren auf, wobei es bei Dieselmotoren wesentlich ausgeprägter ist als bei Benzinmotoren. Generell wird das Schütteln über die Motorlagerung auf die Karosserie übertragen und wird insbesondere im Start-Stop Betrieb als unangenehm empfunden. Besonders stark ausgeprägt ist das "Abstellschütteln" bei Verbrennungsmotoren, an die ein Schwungrad, beispielsweise ein Zweimassenschwungrad angekoppelt ist, da dieses beim Abschalten seine Resonanzfrequenz durchläuft.

[0004] Zur Unterdrückung des "Abstellschüttelns" bzw. zur Verhinderung dieser Schwingungen wird bei Dieselmotoren eine Drosselklappe im Ansaugtrakt eingebaut, die nach dem Erkennen "Motor aus" geschlossen wird. Durch eine damit erzielbare Drosselung werden die Verdichtungsdrucke und Momente erheblich reduziert, so dass während des Auslaufens der Brennkraftmaschine bzw. des Motors keine Schwingungsanregung des Verbundes Motor/Getriebe/Aufhängung stattfinden kann. Nachteilig an einem solchen System ist, dass zusätzlich eine Drosselklappe beim Dieselmotor benötigt wird und dass zusätzlich Mittel zur Ansteuerung dieser Drosselklappe erforderlich sind.

[0005] Bei Benzinmotoren, beispielsweise bei solchen mit Li-Gas ist das Abstellschütteln zwar nicht so ausgeprägt wie bei Dieselmotoren, es ist jedoch ebenfalls vorhanden und erfordert Gegenmaßnahmen. Dazu wird die Drosselklappe nach Erkennen "Zündung aus" in die sogenannte Notlaufposition gebracht. Dies führt zu einer Drosselung und damit zu einer Bedämpfung des Abstellschüttelns. Eine weitergehende, das heißt eine noch stärkere Drosselung könnte durch eine komplett geschlossene Klappe erreicht werden, dazu müßte jedoch die Drosselklappe nach Abstellen weiterhin beströmt werden, was einen zusätzlichen Mehraufwand bedeuten würde.

[0006] Eine Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine, bei der der Einsatz einer elektrischen Maschine zur Dämpfung von Schwingungen vorgesehen ist, ist beispielsweise aus der Druckschrift DE-P 100 300 01 bekannt. Bei dieser bekannten Vorrichtung bzw. beim zugehörigen Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine wird die Brennkraftmaschine nach Abstellen in der Auslaufphase in eine Position gebracht, die einer bestimmten Vorzugsposition entspricht. Dazu wird mit Hilfe einer elektrischen Maschine ein Moment auf die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine aufgebracht und die Kurbelwelle nach Beendigung der Verbrennungen in eine bestimmte Winkelposition gebracht. Als elektrische Maschine wird dabei beispielhaft ein Startergenerator erwähnt.

[0007] Der Einsatz eines solchen Startergenerators ist bei künftigen Fahrzeugmotoren ohnehin geplant. Dieser Startergenerator ist dabei beispielsweise als Kurbelwellenstarter-

generator ausgestaltet und direkt um die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angeordnet. Ein solcher Startergenerator übernimmt unter anderem die Funktion des bisherigen Anlassers und des Generators während des normalen Betriebes der Brennkraftmaschine. Ein solcher als Starter und als Generator dienender Kurbelwellenstartergenerator hat ein erheblich höheres Beschleunigungs- und Bremsdrehmoment als die bisher üblicherweise eingesetzten Anlasser oder Starter bzw. die derzeit eingesetzten Generatoren.

## Vorteile der Erfindung

[0008] Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen bzw. die zugehörigen Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine haben den Vorteil, dass das Abstellschütteln, also die ungewollten Drehzahlschwingungen, die beim Abstellen einer Brennkraftmaschine auftreten können, zuverlässig unterdrückt oder zumindest weitgehend gedämpft werden.

[0009] Erzielt wird dieser Vorteil durch Vorrichtungen bzw. Verfahren zum Kontrollieren/Abstellen einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Dabei sind Mittel vorhanden, die nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine, also nach dem Erkennen "Zündung aus" ein vorzugsweise positive und negative Momente ergebendes Drehmoment auf die Kurbelwelle aufbringen, das so dosiert wird, dass die im Auslauf eigentlich auftretenden Drehzahlschwankungen gerade kompensiert werden, so dass letztendlich ein sehr ruhiger Auslauf erzielt wird.

[0010] Weitere Vorteile der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

[0011] Besonders vorteilhaft wird die erfindungsgemäße Vorrichtung bei Brennkraftmaschinen eingesetzt, die mit Hilfe eines Kurbelwellenstartergenerators angelassen werden oder bei Hybridfahrzeugen, wobei jeweils die elektrische Maschine als Dämpfungselement eingesetzt wird. Das beim Abstellen der Brennkraftmaschine bzw. in der sich anschließenden Auslaufphase benötigte Drehmoment, das als Bremsmoment auf die Kurbelwelle wirken soll, läßt sich dabei besonders vorteilhaft mit Hilfe des Kurbelwellenstartergenerators auf die Kurbelwelle aufbringen, wodurch sichergestellt wird, dass sich ein gleichmäßiger schneller Drehzahlabfall einstellt.

[0012] Besonders vorteilhaft ist, dass bei Systemen, die die erforderlichen Komponenten ohnehin schon aufweisen, eine reine Softwarefunktion, die beispielsweise im Steuergerät enthalten ist, das kontrollierte Abstellen ermöglicht.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird den Ursachen für das Schütteln entgegengewirkt. Dabei wird in den für den unruhigen Auslauf maßgeblichen letzten Kompressionszyklen die Ventilsteuerung in geeigneter Weise beeinflusst.

[0014] In vorteilhafter Weise kann die Dämpfung bzw. der Einsatz der elektrischen Maschine auch so dosiert werden, dass die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in einer bevorzugten Position zum Stillstand kommt.

## Zeichnungen

[0015] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Im einzelnen zeigt Fig. 1 den prinzipiellen Systemaufbau als Blockanordnung und Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine mit den für das Verständnis der Erfindung erforderlichen Komponenten einschließlich der auf sie einwirkenden elektrischen Maschine. In Fig. 3 ist der Drehzahlverlauf beim Abstellen mit und ohne erfindungsgemäße Dämpfung darge-

stellt und Fig. 4 zeigt ein Realisierungsbeispiel für die Regelung. In Fig. 5 ist ein System mit einem Zweimassenschwungrad dargestellt, für das die Erfindung realisiert werden kann und Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein System, bei dem das Dämpfungselement über einen Rientrieb mit der Brennkraftmaschine in Verbindung steht.

#### Beschreibung

[0016] In Fig. 1 ist eine Brennkraftmaschine bzw. ein Verbrennungsmotor 11 über eine Welle, beispielsweise eine Kurbelwelle 13 mit einem Dämpfungselement mit Ankopplung an den Verbrennungsmotor, beispielsweise ein elektrisches Antriebssystem 12 verbunden. Die Ansteuerung des Dämpfungselements erfolgt über geeignete Mittel zur Ansteuerung 13, beispielsweise ein Steuergerät oder einen Regler oder die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 noch näher erläuterte Antriebsstrangsteuerung 18. Ist das Dämpfungselement ein Generator mit Startfunktion kann durch Ansteuerung der gesteuerten Brücke (Pulswechselrichter z. B.) ein Momentenverlauf erhalten werden, der das Schütteln dämpft und den Motor möglichst schnell zum Stillstand bringt.

[0017] Als Dämpfungselemente können prinzipiell alle Aggregate dienen, die die Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine mit einem steuer- bzw. regelbaren Wechselmoment beaufschlagen können. Dies sind beispielsweise Generatoren, Starter, im Antriebsstrang verbaute elektrische Maschinen, steuerbare Pumpen wie Klimakompressor, Kraftstoffpumpen, insbesondere Hochdruckpumpen, Wasserpumpen oder schaltbare elektrische Verbraucher, die über die Generatorbelastung wirken können. Dabei ist es zwar vorteilhaft, wenn sowohl positive als auch negative Momente aufschaltbar sind, prinzipiell ist es aber ausreichend, wenn Momente eines einzigen Vorzeichens variierbar sind. Das Zusammenspiel mehrerer Dämpfungselemente ist in beliebigen Kombinationen möglich.

[0018] Der Regler bzw. das Steuergerät oder die Antriebsstrangsteuerung benutzt vorteilhafterweise die Drehzahl oder Winkelinformationen der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine, die mittels geeigneter Sensoren gemessen werden und bei üblichen Brennkraftmaschinen ohnehin vorliegen. Der Regler kann auch ein Modell der Brennkraftmaschine bzw. des Verbrennungsmotors umfassen.

[0019] In Fig. 2 der Zeichnung ist eine schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit einer Startergeneratoranordnung 10 für eine Brennkraftmaschine 11 dargestellt. Die Startergeneratoranordnung 10 beinhaltet ein elektrisches Antriebssystem 12, das die Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine beim Start auf die erforderliche Startdrehzahl bringt, während des Normalbetriebes elektrische Energie erzeugt und nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine die Kurbelwelle 13 gesteuert mit einem Drehmoment beaufschlagen kann, das als bremsendes Moment bzw. als Drehzahlschwankungen kompensierendes Moment wirkt und ein ruhiges Auslaufen der Brennkraftmaschine 11 ermöglicht. Die Startergeneratoranordnung 10 mit dem elektrischen Antriebssystem 12 ist beispielsweise als Kurbelwellenstartergenerator ausgestaltet und wird dann direkt mit der Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine verbunden.

[0020] Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt der elektrische Antrieb 12 eine elektrische Maschine 14, die über eine Antriebscheibe 15a auf eine Welle 15 wirkt, die über eine Kupplung 16 mit der Kurbelwelle 13 verbindbar ist. Zusätzlich ist noch ein Getriebe 17 vorhanden, das es ermöglicht, die elektrische Maschine bzw. die Welle 15 und die Kurbelwelle 13 mit unterschiedlichen

Drehzahlen zu betreiben. Gemäß dem vorgestellten Ausführungsbeispiel ist die elektrische Maschine 14 auch von der Kurbelwelle 13 entkoppelbar.

[0021] Zur Koordination der einzelnen Komponenten der Brennkraftmaschine 11 und der Startergeneratoranordnung 10 ist eine Antriebsstrangsteuerung 18 vorgesehen, die beispielsweise im Steuergerät der Brennkraftmaschine integriert ist. Die Antriebsstrangsteuerung 18 ist mit Mitteln zum Einlesen und Bewerten der Betriebsparameter der einzelnen Komponenten ausgestattet, die beispielsweise mit Hilfe geeigneter Sensoren 18a/18b gewonnen werden. Beispielsweise sind die Sensoren 18a oder 18b Drehzahl- oder Drehmomentsensoren, die z. B. die TST-Drehzahl bzw. das TST-Moment der Kurbelwelle messen. Sofern die Antriebsstrangsteuerung 18 in das Steuergerät der Brennkraftmaschine integriert ist oder selbst das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist, werden von der Antriebsstrangsteuerung 18 bzw. dem Steuergerät auch in bekannter Weise durch Ansteuerung von Zünd- und Einspritzmitteln die übrigen Regelungen der Brennkraftmaschine durchgeführt. Die Antriebsstrangsteuerung 18 umfaßt dazu selbstverständlich auch alle erforderlichen Prozessoren oder Rechner sowie zugehörige Speicher und Signal- sowie Ansteuerleitungen 19, 20, 22, 23, 24.

[0022] Die elektrische Maschine 14 ist mit einer Batterie 20 verbindbar und umfaßt einen Spannungsregler und beispielsweise eine steuerbare Gleichrichterbrücke, insbesondere mit MOSFETs, die von der Antriebsstrangsteuerung 18 angesteuert werden. Der Spannungsregler regelt die Ausgangsspannung der elektrischen Maschine im generatorischen Betrieb auf vorgebbare Werte, insbesondere durch geeignete Regelung des durch die Erregerwicklung des Generators fließenden Erregerstromes  $I_f$ . Über die Ansteuerung der steuerbaren Gleichrichterbrücke kann der Generatorstrom beeinflußt werden. Beide Maßnahmen führen letztendlich dazu, dass das von der elektrischen Maschine auf die Kurbelwelle abgegebene Moment verändert werden kann.

[0023] Die für den Start benötigte Energie wird der Batterie 20 entnommen und die im generatorischen Betrieb erzeugte Energie wird der Batterie 20, bzw. dem Bordnetz, zur Verfügung gestellt.

[0024] In Fig. 3 ist der Drehzahlverlauf  $n(t)$  der Kurbelwelle über der Zeit  $t$  für verschiedene Auslaufvarianten dargestellt. Zur Zeit  $t_1$  wird die Brennkraftmaschine abgeschaltet und die Kurbelwelle hat zu diesem Zeitpunkt noch die Drehzahl  $n_1$ . Diese Drehzahl  $n_1$  fällt im Laufe der Zeit ab, der Drehzahlverlauf ist als durchgezogene Linie dargestellt. Zwischen der Zeit  $t_2$  und der Zeit  $t_4$  tritt bei einer Brennkraftmaschine, die nicht gedämpft wird, das sogenannte Abstellschütteln auf, das sich in starken Drehzahlschwankungen äußert. Mit den erfindungsgemäßen Vorrichtungen bzw. den erfindungsgemäßen Verfahren wird erreicht, dass sich ein glatter Drehzahlverlauf einstellt, das heißt nach der Zeit  $t_2$  treten keine bzw. weniger Drehzahlschwankungen auf, sondern die Brennkraftmaschine läuft ruhig aus und erreicht zum Zeitpunkt  $t_3$  die Drehzahl  $n = 0$ . Dieser Drehzahlverlauf wird erhalten, indem mit Hilfe der elektrischen Maschine, beispielsweise des Kurbelwellenstartergenerators ein Soll-drehzahlverlauf  $n_{\text{soll}}(t)$  vorgegeben wird. Dieser Soll-drehzahlverlauf ist in einem Speicher der Antriebsstrangsteuerung 18 abgelegt und kann gegebenenfalls an spezielle Erfordernisse angepaßt werden.

[0025] Die Zeit  $t_3$ , zu der die Kurbelwelle zur Ruhe kommt, kann so gewählt werden, dass sie bezogen auf den dann erreichten Kurbelwellenwinkel einer vorgebbaren Vorzugsposition für das Abstellen der Brennkraftmaschine entspricht.

[0026] In Fig. 4 ist ein Realisierungsbeispiel für eine Regelung dargestellt, mit der der gewünschte Drehzahlverlauf ohne Drehzahlschwankungen gemäß Fig. 3 erhalten wird. Im einzelnen zeigt das Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 einen Regler 25, beispielsweise einen PID-Regler, der den Erregerstrom  $I_i$  des Kurbelwellenstartergenerators 26, der der elektrischen Maschine 14 nach Fig. 1 entspricht, regelt. Der Kurbelwellenstartergenerator 26 liefert dem Verbrennungsmotor 27 bzw. der Brennkraftmaschine 11 nach Fig. 1 ein Moment  $m_d$ . Die Ist-Drehzahl  $n$  ist des Verbrennungsmotors 27 bzw. 11 wird gemessen und im Vergleichspunkt 28 mit der Soll-Drehzahl  $n_{\text{soll}}$  verglichen und das Vergleichsergebnis dem Regler 25 als Eingangsgröße zugeführt wird. Mit dieser gesamten Anordnung läßt sich die vorteilhafte Regelung des Verbrennungsmotors erzielen. Es ist dabei ein Soll-drehzahlverlauf  $n_{\text{soll}}$  abgelegt, auf den die Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors geregelt wird.

[0027] Der Kurbelwellenstartergenerator 26 wird beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 als Generator betrieben, d. h. das Bremsmoment  $m_d$ , das der Generator zur Dämpfung des Abstellrucks auf die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors ausübt, wird zur Aufladung der Bordnetzbatteie benutzt. Die Momentenänderung erfolgt z. B. über eine Änderung des Erregerstromes  $i_e$  in der Erregerwicklung des Kurbelwellenstartergenerators. Die Regelung des Erregerstromes wird vom Regler 20 durchgeführt. Das erzeugte Bremsmoment wird so eingestellt, dass die Ist-Drehzahl dem Soll-Drehzahlverlauf folgt. Ist die Ist-Drehzahl höher als die Soll-Drehzahl wird das Bremsmoment erhöht, ist die Ist-Drehzahl niedriger, wird das Bremsmoment verringert. Mit dieser Regelstrategie läßt sich eine optimale Regelung des Verbrennungsmotors nach dem Abschalten erzielen, die ein ruhiges Auslaufen gewährleistet. Der Verbrennungsmotor kann aber auch so abgebremst werden, dass er bei einer für den nächsten Start optimalen Kurbelwellenposition stehen bleibt. Dazu muß bevor der Motor zum Stillstand kommt, das Bandmoment  $m_d$  so variiert werden, dass unter Berücksichtigung der Massenträgheit des Systems der Motor an der gewünschten Position zum Stehen kommt.

[0028] Eine Vorzugsposition wäre beispielsweise wenn ein beliebiger Zylinder im Überschneidungs-Oberen-Totpunkt (OT), also am Einlaßbeginn steht, es könnte dann unmittelbar nach dem Start mit einer gezielten Einspritzung begonnen werden. Eine solche Vorzugsposition bezüglich Starteinspritzung und Zündung würde ein optimales Anlaufen des Motors nach dem Neustart gewährleisten. Generell kann das erfindungsgemäße Regelsystem auch während des Betriebes des Verbrennungsmotors eingesetzt werden und Drehzahlschwankungen durch optimale Ansteuerung des Startergenerators verringern.

[0029] Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen bzw. zugehörige Regelverfahren können generell bei allen Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, die über eine elektrische Maschine verfügen, über die auf die Kurbelwelle ein positives oder negatives Drehmoment aufgebracht werden kann. Diese elektrische Maschine ist vorteilhafterweise ein Kurbelwellenstartergenerator, möglich wäre aber auch eine Ausgestaltung, bei der die elektrische Maschine nur als Starter ausgebildet ist und zusätzlich zum Generator vorhanden ist. Auch eine Ausgestaltung mit einer zusätzlichen elektrischen Maschine, die zur Dämpfung der Drehzahlschwankungen der Kurbelwelle eingesetzt wird, ist möglich.

[0030] In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel für ein System mit einem Zweimassenschwungrad 29 angegeben. Da bei solchen Systemen der Schütteleffekt teilweise darauf zurückzuführen ist, dass das Schwungrad seine Resonanzfrequenz durchläuft, wird hier eine Regelstrategie gewählt, bei der die Ansteuerung des Dämpfungselementes so erfolgt,

dass das Zweimassenschwungrad weniger zum Schwingen angeregt wird, während gleichzeitig der Verbrennungsmotor schnell zum Stillstand gebracht wird. Die Dämpfung erfolgt beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 auf der Sekundärseite des Zweimassenschwungrades. Der Regler zur Ansteuerung des Dämpfungselementes enthält vorteilhafterweise ein Modell des Zweimassenschwungrades und verwendet die Drehzahl und/oder Winkelinformation des Verbrennungsmotors und/oder die Drehzahl der Sekundärseite des Zweimassenschwungrades. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können die Drehzahlen wahlweise an mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors gekoppelten Teilen mittels Sensoren 30, 31, 32, 33 erfaßt werden.

[0031] Eine Ausführungsform mit Dämpfungselement auf der Primärseite ist ebenfalls möglich. Ein solches System entspricht dem in Fig. 1 dargestellten.

[0032] In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel mit einem System mit Riementrieb dargestellt. Hier ist das Dämpfungselement über einen Riementrieb 34 mit der Kurbelwelle 13 verbunden. Es ist dann sinnvoll, im Regler für die Ansteuerung des Dämpfungselementes (zusätzlich) ein Modell für den Riementrieb mit abzulegen. Der Regler verwendet für die Regelung bzw. Ansteuerung des Dämpfungselementes die Drehzahl bzw. Winkelinformation des Verbrennungsmotors und/oder die Drehzahl am Riementrieb. Die Drehzahlen können wahlweise an mit der Kurbelwelle gekoppelten Teilen und am Dämpfungselement oder direkt am Riementrieb erfaßt werden. Als Dämpfungselemente sind prinzipiell alle am Riementrieb angebrachten Aggregate denkbar, sofern sie sich in geeigneter Weise ansteuern lassen. Beispielsweise kann ein solches Dämpfungselement ein Generator sein, dessen Erregerstrom oder dessen Ausgangsstrom einflußbar ist, zur Erzeugung eines Moments. Weitere Dämpfungselemente, insbesondere steuerbare können sein: Klimakompressoren, Wasserpumpen oder Railhochdruckpumpen.

[0033] Ist der Verbrennungsmotor mit einer beeinflussbaren Ventilsteuerung ausgerüstet, kann damit allein oder zusätzlich auf die Ursache des "Abstellschüttelns" während der letzten Kompressionszyklen eingewirkt werden und dieses dadurch verringert werden. Speziell mit individueller, beispielsweise elektrischer oder elektrohydraulischer Ventilsteuerung können Ein- und/oder Auslaßventile in geeigneter Weise gesteuert werden, um nach dem Abschalten des Motors den Aufbau des Kompressionsdrucks zu schwächen. Dazu kann beispielsweise ein Verhalten der Auslaßventile im Kompressionstakt so gewählt werden wie im Auslaßtakt. Bei Systemen mit variabler Nockenwellensteuerung kann diese so gewählt werden, dass das Kompressionsverhalten so ist, dass das Schütteln minimal wird.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine, deren Kurbelwelle mit einer elektrischen Maschine zusammenwirkt und von der elektrischen Maschine bei vorgebbaren Bedingungen ein Drehmoment erhält, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine Mittel umfaßt, die nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine ein variables Drehmoment liefern, das ein ruhiges Auslaufen der Brennkraftmaschine bewirkt.

2. Vorrichtung zum Kontrollieren/Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Antriebsstrangsteuerung, die den Strom der elektrischen Maschine, insbesondere durch Ansteuerung einer steuerbaren Gleichrichterbrücke beeinflusst, vorhanden ist oder ein Regler, der den Erregerstrom der elektrischen Maschine so regelt,

dass die elektrische Maschine einen vorgebbaren Momentenverlauf auf die Brennkraftmaschine ausübt.

3. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Regler ein Solldrehzahlverlauf abgelegt ist und der Solldrehzahlverlauf mit der jeweiligen Ist-Drehzahl verglichen wird und die Abweichung der beiden Größen als Regelgröße für den Irregerstrom dient.

4. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine ein Kurbelwellenstartergenerator ist.

5. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler ein PID-Regler ist.

6. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kurbelwellenstartergenerator mit einer Batterie in Verbindung steht und dieser die beim Abbremsen entstehende elektrische Energie zuführt.

7. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Ansteuermitteln Modelle abgelegt sind, die den Verbrennungsmotor und/oder ein Zweimassenschwungrad und/oder einen Riementrieb beschreiben und dass diese Modelle bei der Ansteuerung berücksichtigt werden.

8. Vorrichtung zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sensoren vorhanden sind, die die für die Ansteuerung erforderlichen Größen messen.

9. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Dämpfungselemente vorhanden sind, insbesondere steuerbare wie ein Klimakompressor oder Railhochdruckpumpen oder Wasserpumpen.

10. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorhanden ist und die Ansteuerung der elektrischen Maschine so erfolgt, dass beim Auslauf der Brennkraftmaschine keine oder verringerte Drehzahlschwankungen auftreten.

11. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der elektrischen Maschine so erfolgt, dass die Brennkraftmaschine nach dem Abstellen in einer Vorzugslage zum Stillstand kommt, wobei diese Vorzugslage einer Lage entspricht, die beim Neustart ein leichtes Anlaufen der Brennkraftmaschine gewährleistet.

12. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Brennkraftmaschine mit steuerbarer Ventilsteuerung diese so betätigt wird, dass die Ursachen für das Abstellschütteln beeinflusst werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

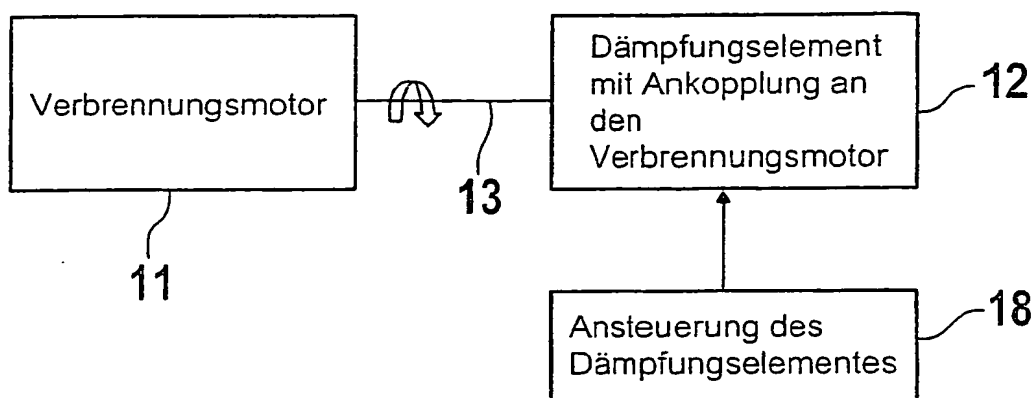


FIG. 1

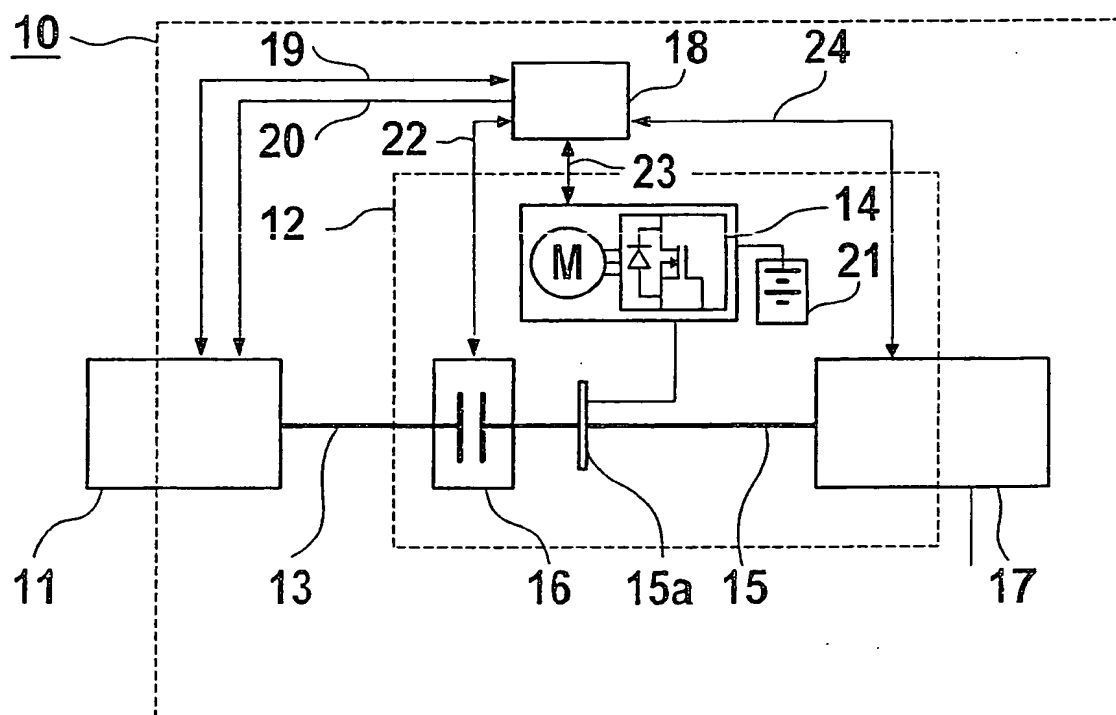


FIG. 2

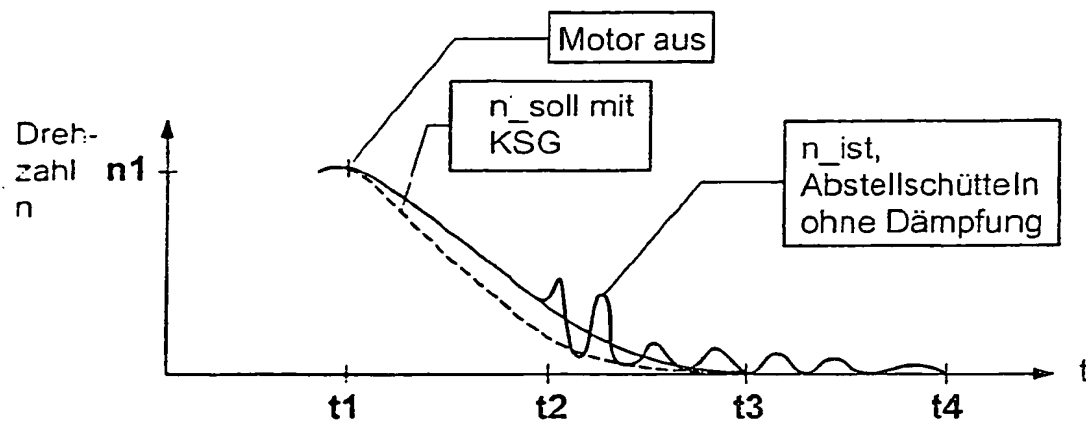


FIG. 3

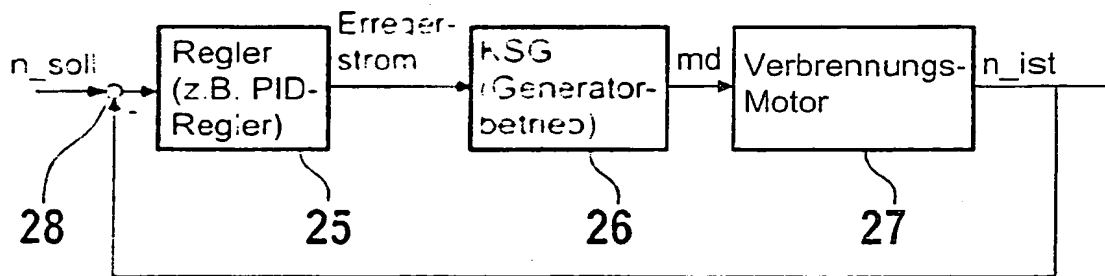


FIG. 4

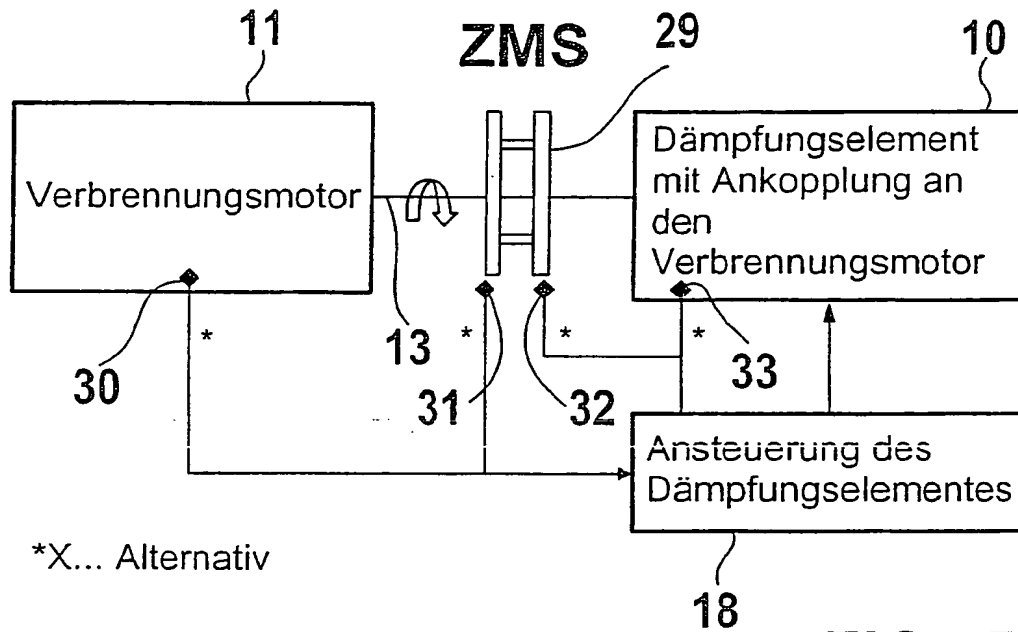


FIG. 5

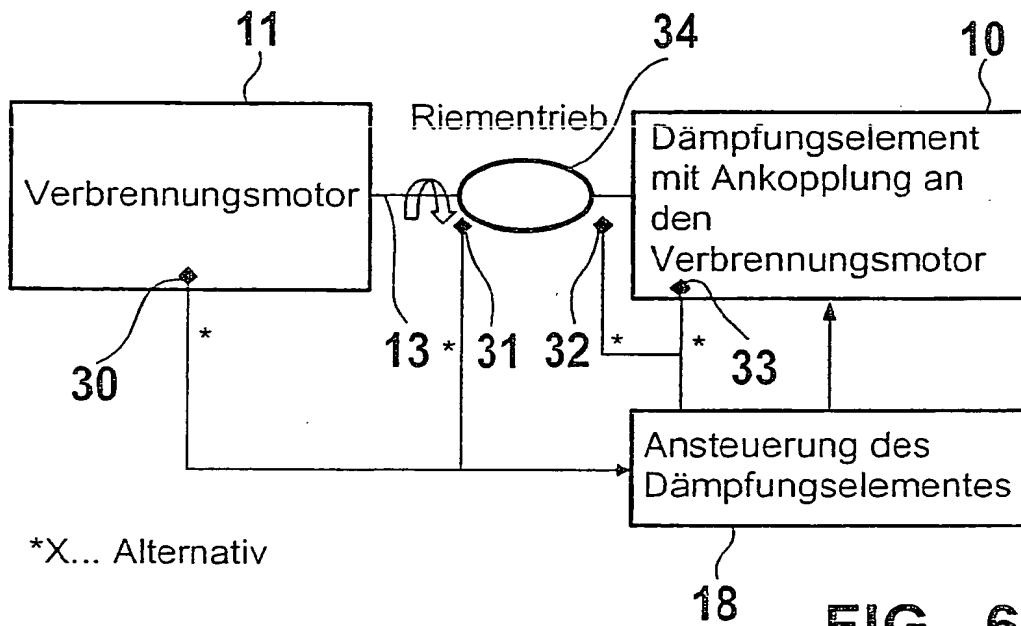


FIG. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**